

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-185219  
(43)Date of publication of application : 09.07.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 09-347561  
(22)Date of filing : 17.12.1997

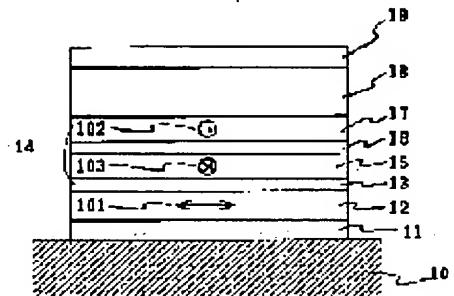
(71)Applicant : HITACHI LTD  
(72)Inventor : MEGURO KENICHI  
HAMAKAWA YOSHIHIRO  
WATANABE KATSURO  
HOSHIYA HIROYUKI  
KAWATO YOSHIAKI

## (54) MAGNET-RESISTANCE EFFECT TYPE MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent a reproduced output from being lowered by specifying the relation between electrical resistivities and film thickness of a first ferromagnetic film being in contact with a non-magnetic conductor layer in a ferromagnetic fixed layer and a second ferromagnetic film which is not in contact with the non-magnetic conductor to reduce dipole magnetic field from the fixed layer and to facilitate the controlling of the magnetization direction of a free layer.

**SOLUTION:** When electrical resistivities and film thickness of the first ferromagnetic film and the second ferromagnetic film are respectively defined as  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ , the films are made so as to satisfy the relation of  $e_1/t_1 < e_2/t_2$ . Since a non-magnetic conductor side ferromagnetic film 15 is antiferromagnetically interlayer-coupled with an antiferromagnetic layer side ferromagnetic film 17, the magnetization of the film 15 is constantly directed to the direction of 103. Since the substantial magnetic moment of a laminated fixed layer 14 is made roughly zero, a dipole magnetic field affecting to a soft magnetic free layer 12 does not exist, magnetization directions of the layer 12 and the film 15 can be easily controlled so as to be orthogonally crossed and a highly sensitive reproducing characteristic is realized.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-185219

(43)公開日 平成11年(1999)7月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 11 B 5/39

識別記号

F I

G 11 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-347561

(22)出願日 平成9年(1997)12月17日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 目黒 賢一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 濱川 佳弘

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 渡辺 克朗

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

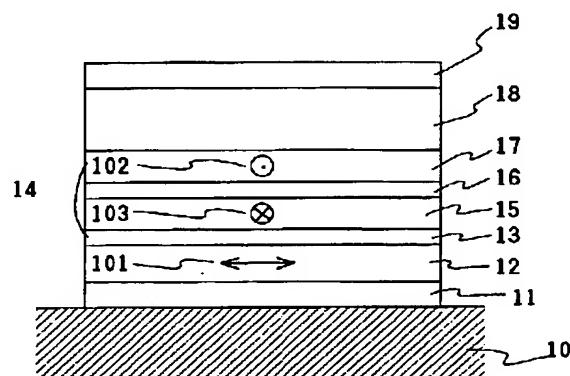
(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果型磁気ヘッド及び磁気記録再生装置

(57)【要約】

【課題】スピンバルブ構造の磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、自由層磁化の方向制御を容易にし、かつ、再生出力の低下を最小限に抑える磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】スピンバルブ構造の磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、強磁性膜／非磁性反強磁性結合膜／強磁性膜からなる固定層を用い、2つの強磁性膜を反強磁性に結合させることで、固定層の巨視的な磁気モーメントを小さくし、自由層に及ぼす双極子磁界の影響を低減する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】非磁性導電層によって隔てられた強磁性自由層と強磁性固定層を含み、該強磁性固定層が互いに反強磁的に結合した第一及び第二の強磁性膜と、これらを分離する非磁性反強磁性結合膜からなる磁気抵抗効果膜と、該強磁性固定層中的一方の強磁性膜の磁化を所定の方向に固定する手段と、該磁気抵抗効果膜における磁気抵抗効果を検出するための一対の電極とを有する磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、該強磁性固定層中の該非磁性導電層に接している該第一強磁性膜及び該非磁性導電層に接していない該第二強磁性膜の電気抵抗率をそれぞれ $\rho_1$ 、 $\rho_2$ 、膜厚を $t_1$ 、 $t_2$ と定義した場合に、 $\rho_1/t_1 < \rho_2/t_2$ の関係を満たすことを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項2】前記強磁性固定層中の前記第一及び第二強磁性膜が、前記非磁性反強磁性結合膜を介して互いに反強磁的に結合することで、前記強磁性固定層の巨視的な磁気モーメントが、前記第一及び第二強磁性膜の磁気モーメントの絶対値の和より実質的に小さくなっていることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項3】前記第一強磁性膜の電気抵抗率が $30 \mu\Omega$ -cm以下、飽和磁束密度が2.0 T以下であり、かつ、前記第二強磁性膜の電気抵抗率が $60 \mu\Omega$ -cm以上、飽和磁束密度が0.8 T以上であることを特徴とする請求項1ないし2記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項4】前記第二強磁性膜が、Co、Fe、Ni、及びこれらの合金からなる群から選択された材料で構成され、B、C、N、O、Al、Si、P、S、Ti、V、Cr、Zr、Nb、Hf、Taのうち少なくとも1種類以上の元素を含有していることを特徴とする請求項1ないし3のうちいずれか1項記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項5】前記第二強磁性膜が、Co、Fe、Ni、及びこれらの合金からなる群から選択された材料で構成され、B、C、N、O、Al、Si、P、S、Ti、V、Cr、Zr、Nb、Hf、Taのうち少なくとも1種類以上の元素を含有しており、非晶質であることを特徴とする請求項1ないし3のうちいずれか1項記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項6】前記非磁性反強磁性結合膜が、Cr、Ru、Rh、Ir、及びこれらの合金からなる群から選択された材料で構成されることを特徴とする請求項1ないし5のうちいずれか1項記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項7】前記非磁性反強磁性結合膜が、Ru膜から構成され、Ru膜の膜厚が0.6から1.0 nmであることを特徴とする請求項1ないし5のうちいずれか1項記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項8】前記第一強磁性膜が、Co、Fe、Ni、

及びこれらの合金からなる群から選択された材料で構成されることを特徴とする請求項1ないし7のうちいずれか1項記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項9】前記強磁性固定層中、磁化を所定の方向に固定されるべき強磁性膜が、前記非磁性導電層に接していない前記第二強磁性膜であり、前記第二強磁性膜に隣接して反強磁性層を形成し、前記第二強磁性膜の磁化が、該反強磁性層との交換結合により所定の方向に固定されることを特徴とする請求項1ないし8のうちいずれか1項記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項10】情報を記録する磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情報を書き込む記録ヘッドと該磁気記録媒体に記録された情報を読み取る再生ヘッドからなる磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを該磁気記録媒体上の所定位置に移動させるアクチュエータ手段と、該磁気ヘッドが書き込む又は読み取る情報の送受信とアクチュエータ手段の移動を制御する制御手段と、を有する磁気記録再生装置において、該再生ヘッドが、請求項1ないし9のうちいずれか1項記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッドから構成されることを特徴とする磁気記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気的に記録された情報を検出する磁気抵抗効果型磁気ヘッド及び、前記磁気抵抗効果型磁気ヘッドを用いた磁気記録再生装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、出力が大きく、高感度を実現できることから、巨大磁気抵抗（GMR）効果を利用した磁気センサの研究開発が進められている。GMR効果を用いた磁気センサの一つとして、特開平4-358310号公報には、スピンドル型と呼ばれる積層膜構造が記載されている。スピンドル型膜の基本構成は、強磁性膜／非磁性膜／強磁性膜／反強磁性膜である。反強磁性膜との交換結合により、その磁化方向が一方向に固定されている強磁性膜は固定層と呼ばれ、もう一方の強磁性膜は、外部磁界に応じて自由にその磁化方向を変えることができるため、自由層と呼ばれる。スピンドル型GMRセンサは、固定層と自由層の磁化のなす角度に応じて電気抵抗が変化する現象を利用し、磁気信号を電圧変化又は電流変化として出力する。

【0003】スピンドル型GMRセンサにおいて、高感度な再生特性を実現するためには、線形性の良い応答領域を利用する必要がある。理想的には、外部磁界が印加されていない場合の再生出力が、線形応答領域の中心にあることが望ましい。これは、外部磁界が印加されていない場合に、固定層の磁化が磁気記録媒体に対して垂直な素子高さ方向を向き、自由層の磁化が磁気記録媒体のトラック幅方向を向いている場合に実現される。固定層の磁化は、前述したように、固定層に接して形成され

る反強磁性膜との交換結合により生じる一方向異方性によって、素子高さ方向に固定される。

【0004】一方、自由層の磁化は、作製時に誘導される一軸異方性、更に、素子端部に形成される磁区制御膜によって、トラック幅方向に向けられる。しかし、固定層と自由層間に作用する層間結合磁界、センス電流によって発生する磁界、固定層からの双極子磁界の影響によって、一般的には、自由層の磁化を完全にトラック幅方向に向けるのは困難である。

【0005】通常は、前記三者の影響を相殺させることで、自由層の磁化をトラック幅方向に向ける。しかし、積層膜における各膜厚及び物性的な特性のばらつき、素子のフォトリソグラフィ工程でのサイズばらつき、ヘッド加工時の素子高さ寸法ばらつきによって、前記三者のバランスをとるのは非常に困難を伴う。特に、素子高さ寸法のばらつきは、固定層からの双極子磁界の影響を大きく変化させ、磁気ヘッドを安定に大量生産するにあたって、重大な阻害要因となる。

【0006】これに対する解決法の一つとして、特開平7-169026号公報には、単層の固定層の代わりに、非磁性反強磁性結合膜の上下を強磁性膜で挟んだ積層固定層を用いたスピンドル膜構造が記載されている。積層固定層中の2つの強磁性膜は、反強磁性的な層間結合により、互いに磁化を反平行配列させることが可能となる。その結果、固定層全体の磁気モーメントを、実質的に小さく、場合によっては材料及び膜厚を適切に選択することにより零とすることができる、固定層からの双極子磁界の影響を著しく低減することができる。従って、素子高さ寸法のばらつきが生じても、自由層の磁化方向を比較的容易に制御することが可能となる。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記の開示例では、積層固定層中の2つの強磁性膜には、共に、従来の単層固定層に用いたような材料（例えばCo, NiFe等）を適用すると記載されている。積層固定層を用いたスピンドル膜においては、本質的に、再生出力、即ち、抵抗変化に寄与するのは、自由層/非磁性層/非磁性層側強磁性膜である。

【0008】即ち、積層固定層のうち、非磁性反強磁性結合膜/反強磁性層側強磁性膜は、GMR効果の起源であるスピンドル依存散乱には寄与せず、実質的に抵抗が変化する上記の積層領域（以下、抵抗変化層と呼ぶ）の分流比を低下させるだけである。従って、上記積層固定層スピンドル膜の再生出力は通常の単層固定層を用いたスピンドル膜に比べて小さいという問題があった。

【0009】本発明の目的は、固定層からの双極子磁界を低減することによって、自由層の磁化方向の制御を容易にし、かつ、再生出力を低下させない磁気抵抗効果型磁気ヘッド及びそれを搭載した磁気記録再生装置とを提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題は、自由層/非磁性層/非磁性層側強磁性膜/非磁性反強磁性結合膜/反強磁性層側強磁性膜/反強磁性層の積層構造からなる積層固定層スピンドル膜を用いることによって、固定層からの双極子磁界の影響を低減し、更に、反強磁性層側強磁性膜の抵抗を大きくすることで、このスピンドル膜における抵抗変化層の分流比低下を防止することによって解決される。

【0011】積層固定層からの双極子磁界が自由層に与える影響を極力低減するために、積層固定層の巨視的な磁気モーメントを零にする。即ち、同じ磁気モーメントを持つ非磁性層側及び反強磁性層側強磁性膜の磁化を非磁性反強磁性結合膜を介して互いに反平行配列させることによって、2つの磁気モーメントを打ち消す。

【0012】この時、積層固定層の巨視的な磁気モーメントは、零ではなく、ある程度有限な大きさの磁気モーメントを有していても良い。例えば、自由層の異方性磁気抵抗（MR）効果による出力波形のシフトを補正するように、反強磁性層側強磁性膜の磁気モーメントを非磁性層側強磁性膜の磁気モーメントよりわずかに大きくしても良い。

【0013】積層固定層を用いても、再生出力を低下させないためには、積層固定層中の反強磁性層側強磁性膜の抵抗を大きくし、抵抗変化層の分流比低下を避けることによって解決される。ここで、反強磁性層側強磁性膜に用いる材料の電気抵抗率は大きい程好ましいが、飽和磁束密度が小さいと、非磁性層側強磁性膜の磁気モーメントを打ち消すのに膜厚を厚くしなければならず、結果として反強磁性層側強磁性膜の抵抗を大きくできない恐れがある。従って、反強磁性層側強磁性膜に、高電気抵抗率、かつ高飽和磁束密度の材料を用いることが望ましい。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図を追って説明する。

【0015】一方に高抵抗の強磁性膜を形成した積層固定層を用いたスピンドル膜構造の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの基本特性を明らかにするために、種々の積層固定層を用いたスピンドル膜を作製、評価した後、スピンドル膜構造の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを作製した。

【0016】各積層膜は高周波マグネットロングスパッタリング装置を用いて、Ar雰囲気中で作製した。スパッタリングターゲットには、Ta, Ni-19at%Fe, Co-10at%Fe, Cu, Co, Ru, Cr-50at%Mn、の各ターゲットを用いた。また、必要に応じて、ターゲット上には、添加元素（Nb, Zr, Pt等）の10mm角のチップを配置して組成を調整した。積層膜を形成する際には、基板の両端に設置した一对の永久磁石により、基板面内に基板中心で約1000eの

直流磁界を印加して、強磁性膜に一軸異方性を誘導、または、反強磁性膜との交換結合により強磁性膜に一方向異方性を付与した。また、各膜厚は、あらかじめ製膜レートを測定しておき、ターゲットと基板間に設置したシャッターの開閉タイミングで制御した。積層膜形成後、強磁性膜と反強磁性膜の交換結合を増強するため、必要に応じて230°C程度で磁界中熱処理を行った。

【0017】図1に、本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを構成する磁気抵抗効果膜構成を示す。基板10上に、下地層11／軟磁性自由層12／非磁性導電層13／積層固定層14／反強磁性層18／保護層19を順次形成したものである。積層固定層14は、非磁性導電層側強磁性膜15／非磁性反強磁性結合膜16／反強磁性層側強磁性膜17から成る。

【0018】各層の具体的な構成要素とその膜厚の一例として、Ta(5)／NiFe(5)／CoFe(1)／Cu(2.5)／Co(3)／Ru(0.8)／CoNbZr(6)／CrMnPt(30)／Ta(5)を挙げる。( )内数値は、膜厚を示し、単位はnmである。各合金膜の組成は、Ni81-Fe19, Co90-Fe10, Co84-Nb12-Zr4, Cr46-Mn46-Pt8であり、組成単位はat%である。尚、NiFe(5)／CoFe(1)が軟磁性自由層12に相当する。

【0019】また、積層膜形成時に、軟磁性自由層12には、101の方向に一軸異方性を誘導し、反強磁性層側強磁性膜17には、反強磁性層18との交換結合により、102の向きに一方向異方性を付与してある。

【0020】非磁性導電層側強磁性膜15は、反強磁性層側強磁性膜17と反強磁性的に層間結合しているため、103の向きに磁化は安定に向いている。ここで、積層固定層14の実質的な磁気モーメントはほぼ零となっているので、軟磁性自由層12に影響を及ぼす双極子磁界は存在せず、軟磁性自由層12と非磁性導電層側強磁性膜15の磁化方向を容易に直交に制御することができ、高感度な再生特性を実現することが可能となる。

【0021】また、磁気抵抗効果膜の積層順を以下のようににしても良い。即ち、基板10／下地層11／反強磁性層18／積層固定層14／非磁性導電層13／軟磁性自由層12／保護層19としても同様の効果が得られる。更に、軟磁性自由層の上下を非磁性導電層を介して積層固定層で挟んだ構成、即ち、基板／下地層／反強磁性層／積層固定層／非磁性導電層／軟磁性自由層／非磁性導電層／積層固定層／反強磁性層／保護層としても良い。

【0022】まず、ガラス基板上に形成した(a) Ta(5)／Co(10)／Ru(t)／Co(10)／Ta(5)及び(b) Ta(5)／Co(10)／Ru(t)／CoNbZr(20)／Ta(5)積層膜において、Ru膜厚tを0.2から2.5nmの範囲で変化させて、磁気特性を評価した。図2に、上記積層膜における残留磁化／飽和磁化(Mr/Ms)のRu膜厚依存性を示す。Mr/Msは、上記(a)及び(b)いずれの積層膜についても、0.6～1.0nmの範囲ではほぼ零となっており、Ru膜を挟む、2つのCo膜、あるいはCo膜とCoNbZr膜の磁化が反平行配列して積層膜全体の磁化が打ち消されている。

【0023】また、図3に、上記積層膜における、反強磁性的層間結合の強さを反映する飽和磁界(Hs)のRu膜厚依存性を示す。Hsは振動しながら、Ru膜厚が厚くなるに伴って減衰している。ここで、Ru膜厚が1nm以下では、Ru膜厚が薄いほどHsが大きく、反強磁性的層間結合が強いと考えられる。

【0024】しかし、前述の図2に示した結果から分かるように、Ru膜厚が0.5nm以下では2つの強磁性膜磁化の完全な反平行配列は実現されていない。これは、Ru膜が薄すぎると、ピンホールによって2つの強磁性膜がつながり、磁化が平行配列する領域が存在するためと考えられる。

【0025】また、Ru膜厚が2nm付近でHsは極大となっているが、反強磁性的層間結合の強さが十分ではなく、2つの強磁性膜磁化の完全な反平行配列は実現されていない。従って、この積層膜をスピナブルプ膜の固定層に適用すると、積層膜全体の磁化が打ち消されていて、強磁性膜間に作用する反強磁性的層間結合が強く、分流損失を小さくできることから、Ru膜厚は0.6～1.0nmの範囲とすることが望ましい。

【0026】また、一方の強磁性膜に、Co膜を用いた(a)に比較して、CoNbZr膜を用いた(b)は、Ru膜厚全範囲において、Hsが小さく、反強磁性的層間結合が弱いと言える。しかし、前述した0.6～1.0nmのRu膜厚範囲では、磁気ヘッドに加わる外部磁界に比べて、Hsは十分に大きく、問題にならないのは明らかである。ここでは、非磁性反強磁性結合膜にRuを用いた場合の結果のみ示したが、非磁性反強磁性結合膜がCr, Ru, Rh, Ir、及びこれらの合金からなる群から選択された材料で構成される場合も、組成及び膜厚を最適化することにより、同様の効果が得られる。

【0027】

【表1】

表 1

固定層構成	(a) Co (3)	(b) Co (3) Ru (0.8) Co (3)	(c) CoNbZr (6) Ru (0.8) Co (3)
分流比 (℃)	79.7	69.9	72.3
抵抗変化率 (%)	7.0	5.2	5.8

【0028】表1に、(a) 単層Co (3)、(b) Co (3) / Ru (0.8) / Co (3)、(c) Co (3) / Ru (0.8) / Co84-Nb12-Zr4 (6)をそれぞれ固定層に用いたスピンドル膜における抵抗変化層NiFe (5) / CoFe (1) / Cu (2.5) / Co (3)の分流比及び抵抗変化率を示す。

(a)の単層固定層と比較して、(b)及び(c)の積層固定層を用いたスピンドル膜は、抵抗変化層の分流比が低下し、その結果、抵抗変化率も小さくなっている。

【0029】しかし、反強磁性層側強磁性膜17に、高抵抗なCo84-Nb12-Zr4を用いた(c)は、Coを用いた(b)に比べて抵抗変化層の分流比及び抵抗変化率の低下を抑えることが可能になっている。

【0030】このように、抵抗変化層の分流比低下を抑えるためには、少なくとも、積層固定層14中の非磁性導電層側強磁性膜15の電気抵抗よりも、反強磁性層側強磁性膜17の電気抵抗を大きくすると良い。即ち、非磁性導電層側強磁性膜15及び反強磁性層側強磁性膜17の電気抵抗率をそれぞれ $\rho_1$ 、 $\rho_2$ 、膜厚を $t_1$ 、 $t_2$ とした場合に、 $\rho_1/t_1 < \rho_2/t_2$ の関係を満たす場合に達成される。

【0031】一般に、Co、Fe、Ni、及びこれらの合金からなる群から選択された材料に、適切な添加元素を加えていけば、電気抵抗率は大きくなる。しかし、同時に飽和磁束密度が小さくなってしまう。反強磁性層側強磁性膜17に用いる材料の飽和磁束密度が小さいと、非磁性層側強磁性膜15の磁気モーメントを打ち消すのに膜厚を厚くしなければならず、結果として反強磁性層側強磁性膜17の抵抗を大きくできない恐れがある。従って、反強磁性層側強磁性膜17には、高電気抵抗率、かつ高飽和磁束密度の材料を用いることが望ましい。

【0032】更に具体的には、非磁性導電層側強磁性膜15の電気抵抗率は、 $30 \mu\Omega\text{-cm}$ 以下、飽和磁束密度が $2.0 \text{ T}$ 以下であり、かつ、反強磁性層側強磁性膜17の電気抵抗率が $60 \mu\Omega\text{-cm}$ 以上、飽和磁束密度が $0.8 \text{ T}$ 以上であると効果的である。ここでは、反強磁性層側強磁性膜17にCo84-Nb12-Zr4を用いた場合の結果を示したが、Co、Fe、Ni、及びこ

れらの合金からなる群から選択された材料で構成され、B、C、N、O、Al、Si、P、S、Ti、V、Cr、Zr、Nb、Hf、Taのうち少なくとも1種類以上の元素を含有している材料を用いた場合も、組成を最適化することにより同様の効果が得られ、更には、この材料が非晶質である場合にはより顕著な効果が得られた。また、非磁性導電層側強磁性膜15は、Co以外に、Co、Fe、Ni、及びこれらの合金からなる群から選択された材料で構成しても良い。

【0033】図4に、本発明の一実施形態として、本発明を適用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドの断面構造を示す。基板10上に、絶縁膜31、下部シールド膜41、下部ギャップ絶縁膜51を形成した後、スピンドル構造の磁気抵抗効果膜を積層する。即ち、下地層11としてTa、軟磁性自由層12としてNiFe/CoFe、非磁性導電層13としてCu、非磁性導電層側強磁性膜15としてCo、非磁性反強磁性結合膜16としてRu、反強磁性層側強磁性膜17としてCoNbZr、反強磁性層18としてCrMnPt、保護層19としてTaを順次積層する。

【0034】この磁気抵抗効果膜を所定の形状にパターンングした後、その両端にバルクハウゼンノイズを抑制する目的で、縦バイアス印加層53を形成する。更に、この磁気抵抗効果膜の電気抵抗変化を検出するための電極54を形成し、上部ギャップ絶縁膜52、上部シールド膜42を順次形成する。更に、絶縁膜32を形成後、記録用の誘導型磁気ヘッドを作製するが、詳細は省略する。

【0035】図5に、本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを搭載した磁気ディスク装置の一実施形態の概略構造を示す。磁気ディスク装置は、スピンドル200と、スピンドル200を軸として設置された磁気ディスク201と、スピンドル200を駆動するモータ202と、移動可能なキャリッジ203と、キャリッジ203に保持された磁気ヘッド204と、このキャリッジ203を駆動するボイスコイルモータ205と、これを支持するベース206から構成される。

【0036】図5では、説明を簡略化するために、磁気ディスク201、磁気ヘッド204をそれぞれ1つずつ

示したが、これらは複数であっても差し支えはない。更には、磁気ディスク 201 に、両面記録可能なものを用いても良く、この場合、磁気ヘッド 204 は、磁気ディスク 201 の両面に配置する。

【0037】また、制御系として、磁気ディスク制御装置等の上位装置 207 から送出される信号に従って、ボイスコイルモータ 205 を制御するボイスコイルモータ制御回路 208 を備えている。また、上位装置 207 から送られてきたデータを、磁気ディスク 201 の書き込み方式に対応させ、磁気ヘッド 204 に流すべき電流に変換する機能と、磁気ディスク 201 から送られてきたデータを增幅し、デジタル信号に変換する機能を持つライト／リード回路 209 を備え、このライト／リード回路 209 は、インターフェイス 210 を介して、上位装置 207 に接続されている。

【0038】次に、この磁気ディスク装置において、磁気ディスク 201 のデータを読み出す場合の動作を説明する。上位装置 207 から、インターフェイス 210 を介して、ボイスコイルモータ制御回路 208 に、読み出すべきデータの指示を与える。ボイスコイルモータ制御回路 208 からの制御電流によって、ボイスコイルモータ 205 がキャリッジ 203 を駆動させ、磁気ディスク 201 上の指示されたデータが記録されているトラックの位置に、磁気ヘッド 204 を高速で移動させ、正確に位置付けする。

【0039】この位置付けは、磁気ディスク 201 上にデータと共に書き込まれているサーボ情報を磁気ヘッド 204 が読み取り、位置に関する信号をボイスコイルモータ制御回路 208 に提供することにより行われる。また、ベース 206 に支持されたモータ 202 は、スピンドル 200 に取り付けた磁気ディスク 201 を回転させる。

【0040】次に、ライト／リード回路 209 からの信号に従って、指示された領域の先頭位置を検出後、磁気ディスク 201 のデータ信号を読み出す。この読み出しは、ライト／リード回路 209 に接続されている磁気ヘッド 204 と、磁気ディスク 201 との間の信号の授受によって行われる。読み出されたデータは、所定の信号に変換され、上位装置 207 に送出される。

【0041】ここでは、本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘ

ッドを磁気ディスク装置に適用した実施形態について説明したが、本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気テープ装置等のような他の磁気記録再生装置にも応用可能である。

【0042】

【発明の効果】上述の通り、本発明によれば、固定層からの双極子磁界の影響を低減する積層固定層を用いたスピンドルブロード膜において、反強磁性膜側の強磁性膜の抵抗を大きくすることによって、抵抗変化層の分流比の低下を最小限に抑えることができ、再生出力の低下が小さく、感度を向上することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の磁気抵抗効果膜の構成を示す図である。

【図2】Ru 膜厚を変えた時の残留磁化／飽和磁化の比を示した図である。

【図3】Ru 膜厚を変えた時の飽和磁界を示した図である。

【図4】本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの一実施形態の断面構造を示す図である。

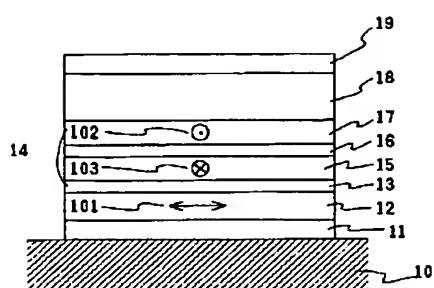
【図5】本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを用いた磁気ディスク装置の一実施形態の概略構造を示す図である。

【符号の説明】

10…基板、11…下地層、12…軟磁性自由層、13…非磁性導電層、14…積層固定層、15…非磁性導電層側強磁性膜、16…非磁性反強磁性結合膜、17…反強磁性層側強磁性膜、18…反強磁性層、19…保護層、31、32…絶縁膜、41…下部シールド膜、42…上部シールド膜、51…下部ギャップ絶縁膜、52…上部ギャップ絶縁膜、53…縦バイアス印加層、54…電極、101…軟磁性自由層 12 の一軸異方性の方向、102…反強磁性層側強磁性膜 17 の一方向異方性の向き、103…非磁性導電層側強磁性膜 15 の磁化の向き、200…スピンドル、201…磁気ディスク、202…モータ、203…キャリッジ、204…磁気ヘッド、205…ボイスコイルモータ、206…ベース、207…上位装置、208…ボイスコイルモータ制御回路、209…ライト／リード回路、210…インターフェイス。

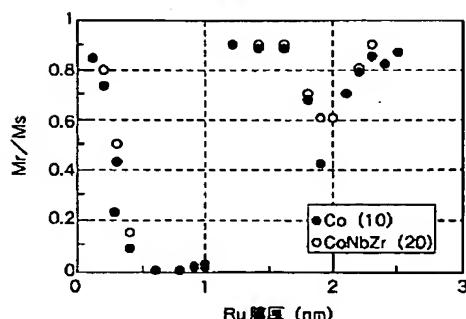
【図1】

図 1



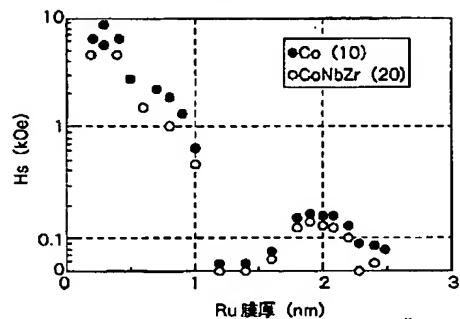
【図2】

図 2



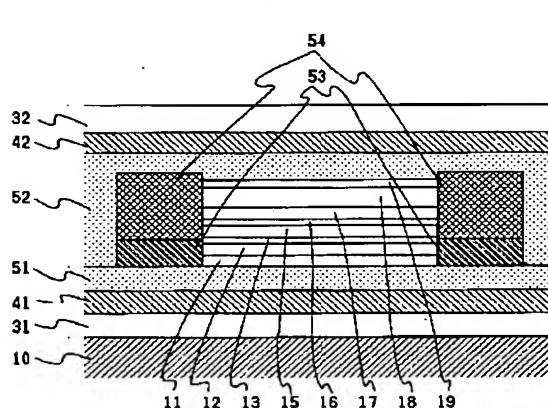
【図3】

図 3



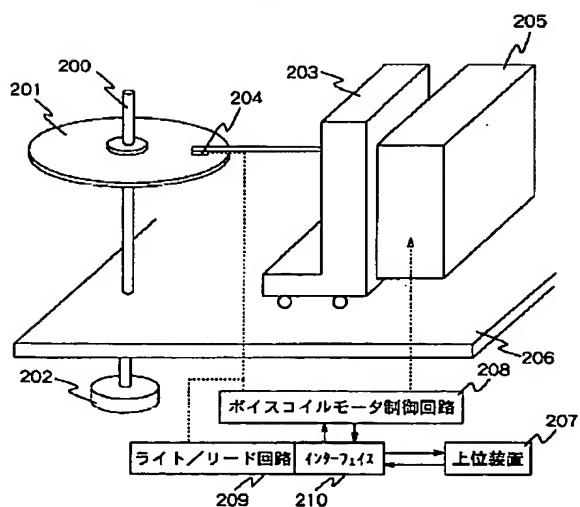
【図4】

図 4



【図5】

図 5



フロントページの続き

(72)発明者 星屋 裕之

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 川戸 良昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内